ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 MARS 1916.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. A. DE LA VALLÉE-POUSSIN, Correspondant pour la Section de Géométrie.

M. G. **Darboux** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : *Étude sur le mouvement d'une droite mobile dont trois points décrivent les trois faces d'un angle trièdre.*

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'hypothèse de Faraday et de Mossotti, et sur certaines conditions vérifiées au contact de deux diélectriques.* Note de M. **Pierre Duhem**.

1. Soient ε la constante des actions électrostatiques dans un milieu impolarisable idéal et K le coefficient de polarisation d'un milieu diélectrique. Certaines suppositions plus ou moins explicitement énoncées par Faraday, puis par Mossotti, se peuvent résumer en l'hypothèse suivante : *Le produit* εK *est un nombre extrêmement grand.* Le pouvoir inducteur spécifique $D = 1 + 4\pi\varepsilon K$ est alors sensiblement égal à $4\pi\varepsilon K$. Helmholtz a indiqué qu'on devait faire cette *hypothèse de Faraday et de Mossotti* si l'on voulait que sa théorie électrodynamique redonnât la théorie électromagnétique de la lumière de Maxwell, et H. Poincaré a insisté sur ce point.

2. Dans un milieu purement diélectrique où (ξ, η, ζ) est le champ électrique total, (X, Y, Z) le champ électrostatique et $(\mathfrak{X}, \mathfrak{Y}, \mathfrak{Z})$ le champ

électrodynamique et électromagnétique, on a (¹)

$$(1)\qquad 4\pi\varepsilon K\left(\frac{\partial\xi}{\partial x}+\frac{\partial\eta}{\partial y}+\frac{\partial\zeta}{\partial z}\right)=-\left(\frac{\partial X}{\partial x}+\frac{\partial Y}{\partial y}+\frac{\partial Z}{\partial z}\right),$$

$$(2)\qquad D\left(\frac{\partial\xi}{\partial x}+\frac{\partial\eta}{\partial y}+\frac{\partial\zeta}{\partial z}\right)=\quad\frac{\partial\mathcal{X}}{\partial x}+\frac{\partial\mathcal{Y}}{\partial y}+\frac{\partial\mathcal{Z}}{\partial z}.$$

Supposons qu'on admette l'hypothèse de Faraday et de Mossotti et qu'on ne veuille attribuer de valeurs extrêmement grandes ni aux dérivées partielles des composantes du champ électrostatique, ni aux dérivées partielles du champ électrodynamique. Chacune des deux égalités précédentes nous apprend alors que $\left(\frac{\partial\xi}{\partial x}+\frac{\partial\eta}{\partial y}+\frac{\partial\zeta}{\partial z}\right)$ a une très petite valeur.

Si l'on admet l'hypothèse de Faraday et de Mossotti, le champ électrique total, au sein d'un corps purement diélectrique, est sensiblement transversal; le champ électrostatique est, en chaque point, sensiblement compensé par la composante longitudinale du champ électrodynamique.

Si donc on admet l'hypothèse en question, et *si l'on se propose seulement d'étudier le champ électrique total*, on fera une approximation légitime en admettant que ce champ est rigoureusement transversal; ce champ sera, dès lors, régi par les équations de Maxwell. Mais *de l'étude ainsi simplifiée on n'aura le droit de rien conclure touchant le champ électrostatique et le champ électrodynamique;* en effet, en remplaçant par zéro la quantité *très petite* $\left(\frac{\partial\xi}{\partial x}+\frac{\partial\eta}{\partial y}+\frac{\partial\zeta}{\partial z}\right)$, on aura aussi remplacé par zéro les deux quantités *finies*

$$\left(\frac{\partial X}{\partial x}+\frac{\partial Y}{\partial y}+\frac{\partial Z}{\partial z}\right)\quad\text{et}\quad\left(\frac{\partial\mathcal{X}}{\partial x}+\frac{\partial\mathcal{Y}}{\partial y}+\frac{\partial\mathcal{Z}}{\partial z}\right).$$

Un exemple nous fournira l'occasion d'user de cette remarque.

3. Supposons qu'un milieu purement diélectrique 1 confine, le long de la surface S, avec ce que nous avons appelé (²) un *conducteur métallique* 2; soient M un point de la surface S; M_1, M_2 deux points infiniment voisins du point M et situés l'un dans le milieu 1, l'autre dans le milieu 2; n_1, n_2,

---

(¹) *Sur l'Électrodynamique des milieux diélectriques* [*Comptes rendus*, t. 162, 21 février 1916, p. 283, égalités (7) et (8)].

(²) *Sur l'Électrodynamique des milieux conducteurs* (*Comptes rendus*, t. 162, 6 mars 1916, p. 340).

les deux demi-normales en M à la surface S; N_1 la composante suivant n_1 du champ électrique en M_1 et N_2 la composante suivant n_2 du champ électrique en M_2. Si ρ_2 est la résistance spécifique du milieu 2, on a

$$K_1 \frac{\partial N_1}{\partial t} + \frac{N_2}{\rho_2} = 0. \tag{3}$$

Pourvu que le système ne soit pas le siège d'oscillations électriques beaucoup plus fréquentes que les vibrations lumineuses les plus rapides, on conclut de cette égalité que *le rapport* $\frac{N_1}{N_2}$ *est, en général, extrêmement grand*. Excluons le cas particulier où, dans le conducteur, au voisinage de la surface terminale, le champ électrique serait presque parallèle à cette surface, et nous obtenons la conclusion suivante : *Le champ électrique dans le diélectrique aboutit presque normalement à la surface du conducteur métallique.* H. Poincaré, on le sait, s'était occupé à plusieurs reprises de ce théorème, dont nous avons indiqué [1], il y a onze ans, ce que nous venons de résumer.

4. Considérons un diélectrique dénué de conductibilité, indéfini ou non, et supposons que les seuls corps auxquels il confine soient des conducteurs métalliques; imaginons, en outre, que ce corps soit limité par une surface Σ en tout point de laquelle le champ électrique ait, à chaque instant, une grandeur et une direction données.

Si nous admettons l'hypothèse de Faraday et de Mossotti et *si nous nous proposons seulement d'étudier le champ électrique total*, nous ferons une approximation légitime en admettant :

A. *Que ce champ est transversal et vérifie les équations de Maxwell;*

B. *Que ce champ aboutit toujours normalement à la surface de chacun des conducteurs métalliques.*

Dans le diélectrique, ce champ sera entièrement déterminé si l'on en connaît, à l'instant initial et en chaque point, les trois composantes et leurs dérivées par rapport au temps.

En chaque point de la surface Σ et du diélectrique, on pourra assujettir le champ à varier suivant une loi vibratoire simple; on pourra développer

---

[1] *Sur la direction que prend le champ électrique, au sein d'un milieu diélectrique, au voisinage de la surface d'un corps conducteur* (*Association française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de Grenoble, 1904, séance du 6 août).

alors une théorie des vibrations électriques, soit propres, soit forcées, sur le système considéré; H. Poincaré a fait connaître, en 1891, la proposition essentielle de cette théorie (¹).

Cette théorie des oscillations électriques est la seule que l'Électrodynamique de Maxwell regarde comme exacte; pour l'Électrodynamique de Helmholtz, complétée par l'hypothèse de Faraday et de Mossotti, elle est une théorie approchée des oscillations du champ électrique total; mais elle ne donne aucun renseignement, même approché, soit sur les oscillations du champ électrostatique, soit sur les oscillations du champ électrodynamique.

En particulier, si l'on fait usage de procédés électrostatiques pour étudier la résonance électrique, et c'est ce qui a lieu en réalité, cette théorie ne permet pas de prévoir les phénomènes observés.

Si l'on veut obtenir, en admettant l'hypothèse de Faraday et de Mossotti, une théorie de la résonance électrique qui rende compte des phénomènes observés, on devra déterminer directement soit les oscillations du champ électrostatique, soit les oscillations du champ électrodynamique, sans passer par l'intermédiaire du champ électrique total.

5. Soit S la surface de séparation de deux diélectriques 1 et 2. Gardons les notations employées au n° 3. En M_1, la composante de la polarisation dans la direction n_1 est $\mathfrak{M}_1$; au point M_2, la composante de la polarisation dans la direction n_2 est $\mathfrak{M}_2$. Soient a_1, b_1, c_1 les cosinus directeurs de n_1; a_2, b_2, c_2 les cosinus directeurs de n_2. On a

$$\frac{\partial W}{\partial n_1} + \frac{\partial W}{\partial n_2} = 4\pi(\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_2) = 4\pi(K_1 N_1 + K_2 N_2). \tag{4}$$

Différentions deux fois cette égalité par rapport à t, et servons-nous des égalités (19) et (12) de notre Note du 21 février; nous trouverons qu'on doit avoir, en tout point de la surface S,

$$\begin{aligned} K_1 \left[\left(\frac{\partial^3 Q_1}{\partial z\, \partial t^2} - \frac{\partial^3 R_1}{\partial y\, \partial t^2} \right) a_1 + \left(\frac{\partial^3 R_1}{\partial x\, \partial t^2} - \frac{\partial^3 P_1}{\partial z\, \partial t^2} \right) b_1 + \left(\frac{\partial^3 P_1}{\partial y\, \partial t^2} - \frac{\partial^3 Q_1}{\partial x\, \partial t^2} \right) c_1 \right] \\ + K_2 \left[\left(\frac{\partial^3 Q_2}{\partial z\, \partial t^2} - \frac{\partial^3 R_2}{\partial y\, \partial t^2} \right) a_2 + \left(\frac{\partial^3 R_2}{\partial x\, \partial t^2} - \frac{\partial^3 P_2}{\partial z\, \partial t^2} \right) b_2 + \left(\frac{\partial^3 P_2}{\partial y\, \partial t^2} - \frac{\partial^3 Q_2}{\partial x\, \partial t^2} \right) c_2 \right] = 0. \end{aligned} \tag{5}$$

Si l'on observe que les composantes du champ électrodynamique varient d'une manière continue à la surface de séparation de deux diélectriques, on

(¹) H. Poincaré, *Électricité et Optique*, II, Paris, 1891, p. 238-245.

peut, à l'égalité (4), substituer l'égalité

$$D_1 N_1 + D_2 N_2 = 0. \tag{6}$$

Moyennant l'égalité (5) que nous venons d'écrire, et les égalités (12) de notre Note du 21 février, cette égalité (6) peut se mettre sous la forme

$$\frac{\partial^2 N_1}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 N_2}{\partial t^2} - 4\pi\varepsilon\left(K_1 \frac{\partial}{\partial n_1}\frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} + K_2 \frac{\partial}{\partial n_2}\frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2}\right) = 0. \tag{7}$$

6. Si L, M, N sont, en un point, les trois composantes du champ magnétique, on a trois égalités dont la première est

$$\frac{\mu a}{2\sqrt{2}}\frac{\partial L}{\partial t} = \frac{\partial \eta}{\partial z} - \frac{\partial \zeta}{\partial y}.$$

En vertu des égalités (11), (12), (14) et (15) de notre Note du 21 février, cette égalité devient la première des trois égalités

$$\left\{\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial t} &= -\frac{a}{\sqrt{2}} 4\pi\varepsilon K \frac{\partial^2 P}{\partial t^2}, \\ \frac{\partial M}{\partial t} &= -\frac{a}{\sqrt{2}} 4\pi\varepsilon K \frac{\partial^2 Q}{\partial t^2}, \\ \frac{\partial N}{\partial t} &= -\frac{a}{\sqrt{2}} 4\pi\varepsilon K \frac{\partial^2 R}{\partial t^2}. \end{aligned}\right. \tag{8}$$

Au travers de la surface qui sépare deux diélectriques, la composante tangentielle du vecteur (L, M, N) n'éprouve aucune discontinuité; il en est de même de la composante normale du vecteur (μL, μM, μN). Les égalités (8) nous permettent donc d'énoncer les deux propositions suivantes :

A la traversée de la surface de contact de deux diélectriques, la composante tangentielle du vecteur

$$K\frac{\partial^2 P}{\partial t^2}, \quad K\frac{\partial^2 Q}{\partial t^2}, \quad K\frac{\partial^2 R}{\partial t^2} \tag{9}$$

n'éprouve aucune discontinuité.

Il en est de même de la composante normale du vecteur

$$\mu K\frac{\partial^2 P}{\partial t^2}, \quad \mu K\frac{\partial^2 Q}{\partial t^2}, \quad \mu K\frac{\partial^2 R}{\partial t^2}. \tag{10}$$

Les conditions que nous venons d'établir aux n°s 5 et 6 permettent d'étendre à un système formé de plusieurs diélectriques certaines propositions que nous avions seulement établies jusqu'ici pour un diélectrique unique.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Quelques remarques sur la grande nébuleuse d'Orion* (1976 N. G. C.). Note de M. **J. Comas Solà**, présentée par M. Bigourdan.

Je viens de faire un certain nombre d'observations stéréoscopiques et de comparaisons photographiques de la grande nébuleuse d'Orion. Voici les principaux résultats que j'ai obtenus.

D'abord, l'observation de cette nébuleuse avec le stéréogoniomètre, en employant des photographies que j'ai obtenues les 27 décembre 1915 et 27 janvier 1916, combinées avec une autre du 27 janvier 1912 (objectif de 16^{cm}); il en résulte l'existence d'un mouvement propre des parties les plus brillantes de la nébuleuse dans une direction, par rapport au tableau du fond, de l'Est à l'Ouest à peu près et de l'ordre de $0'',025$ par an. D'autre part, la nébuleuse H. V, 30 = 1977 N. G. C., qui se trouve au nord de la grande nébuleuse, montre un mouvement propre du même ordre que celui de la première, mais dirigé en sens contraire, à peu près comme celui de la plupart des étoiles de la région de H. V, 30. Il est sûr que les deux nébuleuses forment un système physique dont la période de révolution pourrait être de quelques centaines de milliers d'années. Enfin, dans les filaments des deux nébuleuses, on découvre avec certitude des mouvements transversaux internes dirigés dans des sens divers et qui seront l'objet d'études ultérieures. Toutes ces observations ont été d'ailleurs confirmées en combinant, dans le stéréogoniomètre, deux photographies obtenues avec l'équatorial astrophotographique de 38^{cm} de l'Observatoire Fabra, dont j'ai obtenu l'une le 14 décembre 1904 et dont l'autre fut faite par mon aide à cet Observatoire, le Dr I. Pólit, le 5 mars 1916.

Je dois signaler aussi une variation d'éclat d'une étoile a de la nébuleuse 1976 N.G.C. occupant la position approchée $\alpha = 5^h 29^m, 39$; $\delta = -5°38', 3$ (1875,0). Elle est assez voisine de l'étoile $b = 6484$ (7e grandeur) du Catalogue de Paris.

L'étoile a était, auparavant, de grandeur 8,7 (photographie du 14 décembre 1904); mais, sur la photographie du 27 décembre 1915, elle est au plus de grandeur 10. Il faut noter cependant que, dans la photographie du 27 janvier 1912, elle était déjà de grandeur 9,0. Cette étoile se trouve dans le tableau de fond de la grande nébuleuse; partant, elle semble indépendante et placée derrière celui-là.

Je pense que cette étoile a reprendra bientôt son éclat primitif. Il est à noter qu'une autre étoile c de 9e grandeur se trouve près de a, à la position ($\alpha = 5^h 29^m,71$; $\delta = -5°33',4$; 1875,0); c fait pendant à a dans une des branches les plus accusées de la grande nébuleuse, et cette étoile c montra une diminution d'éclat, d'après mes photographies, au moins les 22 et 23 septembre 1897, époque où elle était de grandeur 10,7 en moyenne. Le 23 janvier 1898, cette étoile c brillait de nouveau avec son éclat primitif.

En consultant des photographies et des documeuts plus ou moins anciens (Lassell, Tempel, Bond, Roberts, Common, Draper, Scheiner, Keeler, etc.), je trouve que ces deux étoiles ont été d'un éclat sensiblement constant, la première a étant, en général, de 0,3 de grandeur plus brillante que c; tandis que maintenant, comme j'ai dit plus haut, a est photographiquement plus faible d'une grandeur.

Ces fortes variations d'éclat ne semblent pas présenter la moindre périodicité. On pourrait les expliquer en supposant que des masses gazeuses, de quelque opacité et appartenant à la grande nébuleuse, passent devant ces étoiles et les obscurcissent. Il est donc à désirer qu'en ce moment on suive les variations d'éclat de a.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation fonctionnelle dans la théorie cinétique des gaz.* Note (1) de M. T.-H. **Gronwall**, présentée par M. Émile Picard.

Soient ξ, η, ζ et ξ_1, η_1, ζ_1 les composantes des vitesses de deux molécules, et $\varphi(\xi, \eta, \zeta)$ le logarithme de la fonction qui définit la distribution des vitesses; la loi fondamentale de Maxwell et Boltzmann demande que φ satisfasse à une équation fonctionnelle de la forme

$$(1)\quad \varphi(\xi, \eta, \zeta) + \varphi(\xi_1, \eta_1, \zeta_1) = f(\xi + \xi_1, \eta + \eta_1, \zeta + \zeta_1, \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 + \xi_1^2 + \eta_1^2 + \zeta_1^2).$$

La démonstration classique du fait que la solution générale de cette équation est

$$(2)\qquad \varphi(\xi, \eta, \zeta) = a + b_1\xi + b_2\eta + b_3\zeta + c(\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2)$$

(à coefficients constants), exige l'existence des six dérivées partielles du second ordre de φ. J'ai fait voir récemment (*Annals of Mathematics*, 2e série, t. 17, p. 1-4) qu'il suffit de supposer φ continue pour toutes valeurs finies

(1) Séance du 13 mars 1916.

des variables. La méthode dont je me suis servi porte cependant plus loin, et je démontrerai ci-dessous que :

Lorsque, pour un ε *aussi petit qu'on veut,* $\varphi(\xi, \eta, \zeta)$ *est bornée pour*

$$|\xi| \leqq \varepsilon, \qquad |\eta| \leqq \varepsilon, \qquad |\zeta| \leqq \varepsilon,$$

la solution générale de (1) *est donnée par* (2).

Soit $\varphi(0, 0, 0) = a$ et introduisons une nouvelle fonction

$$\varphi_1(\xi, \eta, \zeta) = \varphi(\xi, \eta, \zeta) - a, \tag{3}$$

évidemment bornée dans le voisinage ε de l'origine, en sorte que (1) prend la forme

$$\varphi(\xi, \eta, \zeta) + \varphi_1(\xi_1, \eta_1, \zeta_1) = f_1(\xi + \xi_1, \eta + \eta_1, \zeta + \zeta_1, \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 + \xi_1^2 + \eta_1^2 + \zeta_1^2), \tag{4}$$

$$\varphi_1(0, 0, 0) = 0, \qquad f_1(0, 0, 0, 0) = 0. \tag{5}$$

En écrivant l'équation (4) pour les arguments $\xi + \xi_1$, $\eta + \eta_1$, $\zeta + \zeta_1$ et 0, 0, 0, nous aurons, en vertu de (5),

$$\varphi_1(\xi + \xi_1, \eta + \eta_1, \zeta + \zeta_1) = f_1[\xi + \xi_1, \eta + \eta_1, \zeta + \zeta_1, (\xi + \xi_1)^2 + (\eta + \eta_1)^2 + (\zeta + \zeta_1)^2],$$

et, en comparant à (4), nous voyons que si $\xi\xi_1 + \eta\eta_1 + \zeta\zeta_1 = 0$, nous aurons

$$\varphi_1(\xi + \xi_1, \eta + \eta_1, \zeta + \zeta_1) = \varphi_1(\xi, \eta, \zeta) + \varphi_1(\xi_1, \eta_1, \zeta_1).$$

En particulier, pour $\xi_1 = \eta = \zeta = 0$, il vient

$$\varphi_1(\xi, \eta_1, \zeta_1) = \varphi_1(\xi, 0, 0) + \varphi_1(0, \eta_1, \zeta_1),$$

et pour $\xi = \xi_1 = \eta_1 = \zeta = 0$,

$$\varphi_1(0, \eta, \zeta_1) = \varphi_1(0, \eta, 0) + \varphi_1(0, 0, \zeta_1).$$

Remplaçant η_1 et ζ_1 par η et ζ dans ces deux équations, nous aurons donc

$$\varphi_1(\xi, \eta, \zeta) = \varphi_1(\xi, 0, 0) + \varphi_1(0, \eta, 0) + \varphi_1(0, 0, \xi). \tag{6}$$

La combinaison de (4) et (6) donne immédiatement

$$\begin{aligned} &f_1(\xi + \xi_1, \eta + \eta_1, \zeta + \zeta_1, \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 + \xi_1^2 + \eta_1^2 + \zeta_1^2) \\ &\quad = f_1(\xi + \xi_1, 0, 0, \xi^2 + \xi_1^2) + f_1(0, \eta + \eta_1, 0, \eta^2 + \eta_1^2) + f_1(0, 0, \zeta + \zeta_1, \zeta^2 + \zeta_1^2). \end{aligned} \tag{7}$$

Introduisons les six nouvelles variables indépendantes

$$\left\{ \begin{array}{lll} x = \xi + \xi_1, & y = \eta + \eta_1, & z = \zeta + \zeta_1, \\ u = \xi^2 + \xi_1^2, & v = \eta^2 + \eta_1^2, & w = \zeta^2 + \zeta_1^2; \end{array} \right. \tag{8}$$

pour que $\xi, \xi_1, \ldots$ soient réels et $|\xi| < \varepsilon$, $|\xi_1| < \varepsilon, \ldots$, il suffit visiblement que

(9) $$x^2 \leq 2u \leq 2\varepsilon^2, \qquad y^2 \leq 2v \leq 2\varepsilon^2, \qquad z^2 \leq 2w \leq 2\varepsilon^2.$$

Alors (7) prend la forme suivante, où f, g et h sont bornées dans le domaine (9) et s'annulent à l'origine en vertu de (5),

(10) $$f_1(x, y, z, u+v+w) = f(x, u) + g(y, v) + h(z, w).$$

En permutant u et v, ce qui est permis lorsque x^2 et y^2 ne surpassent pas la plus petite de $2u$ et $2v$, il vient

(11) $$f(x, u) + g(y, v) = f(x, v) + g(y, u),$$

et en faisant $y = 0$, $v = \varepsilon$ et écrivant $g(0, u) = \rho(u)$, en sorte que $\rho(u)$ est bornée dans (9) et $\rho(0) = 0$, nous obtenons une équation de la forme

$$f(x, u) = f(x) + \rho(u),$$

où $f(x)$ est évidemment aussi bornée dans (9) et $f(0) = 0$. Introduisant cette expression de $f(x, u)$ dans (11), puis y faisant $u = \varepsilon$, nous aurons

$$g(y, v) = g(y) + \rho(v),$$

et de la même manière

(12) $$\begin{cases} f(x, u) = f(x) + \rho(u), \\ g(y, v) = g(y) + \rho(v), \\ h(z, w) = h(z) + \rho(w), \end{cases}$$

où les quatre fonctions à droite sont bornées dans (9) et s'annulent toutes à l'origine.

Substituant (12) dans (10) et faisant $x = y = z = w = 0$, nous aurons une équation de la forme $\rho_1(u+v) = \rho(u) + \rho(v)$, et posant $v = 0$, nous voyons que $\rho_1(u) = \rho(u)$, d'où enfin

(13) $$\rho(u+v) = \rho(u) + \rho(v).$$

Or il est bien connu que toute solution $\rho(u)$ de cette équation, bornée pour $0 \leq u \leq \varepsilon^2$, est de la forme

$$\rho(u) = cu,$$

où c est constant (voir, par exemple, DE LA VALLÉE-POUSSIN, *Traité d'Analyse*, 3e édition, t. 1, p. 36). En écrivant

(14) $$\varphi_2(\xi, \eta, \zeta) = \varphi_1(\xi, \eta, \zeta) - c(\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2),$$

les équations (4) et (6) deviennent, en vertu de (8), (10) et (12),

$$(4') \qquad \varphi_2(\xi, \eta, \zeta) + \varphi_2(\xi_1, \eta_1, \xi_1) = f(\xi + \xi_1) + g(\eta + \eta_1) + h(\zeta + \zeta_1),$$

$$(6') \qquad \varphi_2(\xi, \eta, \zeta) = \varphi_2(\xi, 0, 0) + \varphi_2(0, \eta, 0) + \varphi_2(0, 0, \zeta).$$

Dans (4′) faisons

$$\eta = \zeta = \xi_1 = \eta_1 = \zeta_1 = 0, \qquad \text{d'où} \qquad \varphi_2(\xi, 0, 0) = f(\xi),$$

et puis

$$\eta = \zeta = \eta_1 = \zeta_1 = 0,$$

ce qui donne

$$f(\xi + \xi_1) = f(\xi) + f(\xi_1),$$

et toute solution de cette équation, bornée dans un voisinage arbitrairement petit de l'origine, est de la forme $f(\xi) = b_1 \xi$, où b_1 est constant. De même,

$$\varphi_2(0, \eta, 0) = g(\eta) = b_2 \eta \qquad \text{et} \qquad \varphi(0, 0, \zeta) = h(\zeta) = b_3 \zeta,$$

et en vertu de (6′)

$$(15) \qquad \varphi_2(\xi, \eta, \zeta) = b_1 \xi + b_2 \eta + b_3 \zeta,$$

et la combinaison de (15), (14) et (3) démontre notre proposition.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes partiels du premier ordre auxquels s'applique la méthode d'intégration de Jacobi, et sur le prolongement analytique de leurs intégrales.* Note de M. **Riquier**, présentée par M. Appell.

Considérons le système

$$(1) \begin{cases} \dfrac{\partial u}{\partial x} = S_x \dfrac{\partial u}{\partial s} + T_x \dfrac{\partial u}{\partial t} + U_x, & \dfrac{\partial v}{\partial x} = S_x \dfrac{\partial v}{\partial s} + T_x \dfrac{\partial v}{\partial t} + V_x, & \dfrac{\partial w}{\partial x} = S_x \dfrac{\partial w}{\partial s} + T_x \dfrac{\partial w}{\partial t} + W_x, \\ \dfrac{\partial u}{\partial y} = S_y \dfrac{\partial u}{\partial s} + T_y \dfrac{\partial u}{\partial t} + U_y, & \dfrac{\partial v}{\partial y} = S \dfrac{\partial v}{\partial s} + T_y \dfrac{\partial v}{\partial t} + V_y, & \dfrac{\partial w}{\partial y} = S_y \dfrac{\partial w}{\partial s} + T_y \dfrac{\partial w}{\partial t} + W_y, \\ \dfrac{\partial u}{\partial z} = S_z \dfrac{\partial u}{\partial s} + T_z \dfrac{\partial u}{\partial t} + U_z, & \dfrac{\partial v}{\partial z} = S_z \dfrac{\partial v}{\partial s} + T_z \dfrac{\partial v}{\partial t} + V_z, & \dfrac{\partial w}{\partial z} = S_z \dfrac{\partial w}{\partial s} + T_z \dfrac{\partial w}{\partial t} + W_z, \end{cases}$$

où les lettres S, T, U, V, W, affectées d'indices, désignent des fonctions connues de x, y, z, s, t, u, v, w; nous supposerons essentiellement *réelles* les variables indépendantes x, y, z, s, t et les fonctions inconnues u, v, w (par suite aussi, comme de raison, les diverses fonctions connues qui figurent dans les équations du système). Les énoncés que nous avons en vue nécessitent tout d'abord quelques définitions.

Dans l'espace réel $[[x, y, z]]$, que nous supposerons représenté, suivant

l'usage, à l'aide de trois axes rectangulaires Ox, Oy, Oz, nous nommerons *domaine* l'ensemble des points *intérieurs* à un parallélépipède rectangle dont les arêtes sont parallèles à ces trois axes.

Si, dans ce même espace $[[x, y, z]]$, on considère, d'une part, une région déterminée, d'autre part un point déterminé étranger à la région, il arrive nécessairement de deux choses l'une : ou bien ce point est le centre de quelque domaine entièrement étranger à la région, ou bien il n'est le centre d'aucun domaine de cette espèce : nous dirons, dans le second cas, qu'il est *semi-extérieur* à la région.

Une région de l'espace $[[x, y, z]]$ sera dite *normale* si elle remplit à la fois les deux conditions suivantes : 1° la région considérée est continue; 2° tout point de cette région est le centre de quelque domaine entièrement situé dans la région.

Enfin, nous qualifierons de *parfaite* toute région, $P_{x,y,z}$, qui, étant à la fois normale et limitée, jouit, en outre, de la propriété indiquée ci-après :

« Si l'on considère, d'une part, un point (ξ, η, ζ), arbitrairement donné dans la région $P_{x,y,z}$; d'autre part, une constante positive donnée, ε, de petitesse arbitraire, on peut assigner quelque suite limitée de domaines (dont quelques-uns éventuellement répétés dans cette suite), ayant leurs trois dimensions moindres que ε, formant par leur ensemble une région qui comprend toute la région $P_{x,y,z}$ (avec des points étrangers à cette dernière), et tels : que le premier d'entre ces domaines contienne le point (ξ, η, ζ); que l'un quelconque d'entre eux ait avec le suivant quelque point commun situé dans $P_{x,y,z}$; enfin, que la région commune à l'un quelconque d'entre eux et à la région formée par l'ensemble de tous les précédents soit continue. »

Telle est, par exemple, la région intérieure à une sphère; il n'en est pas de même de la région comprise entre deux sphères concentriques, ni de celle qu'engendre l'intérieur d'un cercle tournant autour d'une droite de son plan qui n'a avec la circonférence aucun point commun.

Considérons maintenant une région *normale*, $R_{x,y,z}$, qui remplisse la condition suivante :

A tout point donné dans cette région on peut faire correspondre quelque suite illimitée de régions *parfaites*,

$$P'_{x,y,z}, \quad P''_{x,y,z}, \quad \ldots, \quad P^{(m)}_{x,y,z}, \quad \ldots,$$

toutes extraites de $R_{x,y,z}$, comprenant toutes le point donné, et jouissant

de la double propriété : 1° que tout point de $R_{x,y,z}$ finisse, à partir d'une valeur suffisamment grande de m, par être situé dans $P^{(m)}_{x,y,z}$; 2° que, pour toute valeur de m, la région (nécessairement limitée) obtenue par l'adjonction à $P^{(m)}_{x,y,z}$ des divers points semi-extérieurs à $P^{(m)}_{x,y,z}$ soit entièrement comprise dans $P^{(m+1)}_{x,y,z}$.

Cela posé, on peut formuler les résultats suivants :

I. *Le système* (1) *étant linéaire par rapport à l'ensemble des fonctions inconnues et de leurs dérivées premières* (en d'autres termes, les fonctions S, T étant indépendantes de u, v, w, et les fonctions U, V, W linéaires en u, v, w), *supposons que les divers coefficients du système* (les S, T et les coefficients des expressions linéaires U, V, W) *soient analytiques et réguliers dans la région* $\left(R_{x,y,z}, [[s,t]]\right)$, *et qu'ils remplissent toutes les conditions requises pour la passivité du système ; supposons, de plus, que chacune des fonctions* S, T *admette, par rapport à chacune des variables* s, t, *quelque période réelle.* Cela étant, *si l'on désigne par* (x_0, y_0, z_0) *un point pris à volonté dans la région* $R_{x,y,z}$, *et par* $\upsilon(s,t)$, $\varphi(s,t)$, $\psi(s,t)$ *des fonctions données, analytiques et régulières dans toute l'étendue de l'espace (réel)* $[[s,t]]$, *les intégrales particulières du système* (1) *qui répondent aux conditions initiales*

$$u, v, w = \upsilon(s,t),\ \varphi(s,t),\ \psi(s,t) \qquad \text{pour} \qquad x, y, z = x_0, y_0, z_0$$

sont analytiques et régulières dans la région $\left(R_{x,y,z}, [[s,t]]\right)$.

II. *Supposons* (comme dans I) *que les fonctions* S, T, *indépendantes de* u, v, w, *soient analytiques et régulières dans la région* $\left(R_{x,y,z}, [[s,t]]\right)$, *et que chacune d'elles admette, par rapport à chacune des variables* s, t, *quelque période réelle. Supposons, d'autre part, que les fonctions* U, V, W (non linéaires en u, v, w, contrairement à ce qui avait lieu dans I) *soient analytiques et régulières dans la région* $\left(R_{x,y,z}, [[s,t]], [[u,v,w]]\right)$, *et que chacune d'elles admette, par rapport à chacune des variables* u, v, w, *quelque période réelle. Supposons enfin que toutes ces fonctions* S, T, U, V, W, *satisfassent aux conditions requises pour la passivité du système* (1). Cela étant, *la conclusion de l'énoncé précédent* (I) *est encore applicable.*

On constate d'ailleurs aisément à l'aide d'exemples que cette conclusion peut tomber en défaut, lorsque les conditions relatives, soit à la périodicité des S, T dans le cas de l'énoncé I, soit à celle des S, T, U, V, W dans le cas de l'énoncé II, ne sont pas toutes satisfaites.

Les considérations résumées ci-dessus se simplifient notablement lorsque le système étudié ne contient dans ses premiers membres que les dérivées premières relatives à une seule et même variable : en premier lieu, aucune condition de passivité n'intervient alors; en second lieu, les conditions analogues à celles que nous avons indiquées pour la région $R_{x,y,z}$ se trouvent remplies d'elles-mêmes pour toute région normale de l'espace à une dimension.

MINÉRALOGIE. — *Des ambres lacustres.*
Note [1] de M. **L. Reutter.**

Touchant la provenance des ambres anciens, une question très intéressante se posait aux ethnographes, car l'on n'était pas parvenu à déterminer avec certitude leur origine, ni à différencier l'ambre italien de celui provenant de la mer Baltique. M. Violier, directeur du Musée national suisse, pensant que cette étude pouvait avoir un très grand intérêt pour déterminer quels étaient les peuples en relations commerciales avec les Lacustres, me pria d'entreprendre des analyses chimiques que je résumerai ici. Il mit en outre à ma disposition cinq morceaux d'ambre dont l'origine était exactement déterminée, soit trois de la mer Baltique et deux de l'Italie, l'un provenant de la Sicile, l'autre de Bologne.

Notons que tous ces ambres renferment du soufre en très petites quantités, puis du bornéol, que l'on obtient en les soumettant en présence de potasse caustique à la distillation à la vapeur d'eau, et en reprenant le distillat par de l'éther, qui, évaporé, abandonne des cristaux d'odeur particulière, fusibles entre 203° et 206°.

Je suis parvenu à différencier les ambres italiens des ambres allemands de par leurs caractéristiques suivantes :

1. Les premiers, traités par de l'éther puis par de l'alcool, abandonnent des résidus en majeure partie amorphes, tandis que ceux de la mer Baltique donnent des résidus cristallins si on les traite de la même manière.

2. Les solutions éthérées et alcooliques des ambres italiens, additionnées d'acide nitrique fumant, se colorent, quant à leur couche acide, en vert, en dégageant des vapeurs nitreuses, mais elles ne déposent pas de petits dépôts cristallins blancs,

---

(1) Séance du 13 mars 1916.

fusibles entre 180° et 185° comme solutions éthérées ou alcooliques des ambres allemands, qui, traitées par de l'acide nitrique, ne dégagent que peu de vapeurs nitreuses et ne colorent pas en vert leur couche acide.

3. Les ambres italiens possèdent un point de fusion légèrement plus élevé que ceux de la mer Baltique.

4. Les solutions alcooliques des ambres italiens se différencient par leur coloration jaune brunâtre de celles des ambres allemands, qui sont jaune pâle.

5. Les résidus de ces ambres, insolubles dans l'éther et dans l'alcool, presque entièrement amorphes chez les ambres d'Italie, cristallins et blanc jaunâtre chez ceux de la mer Baltique, chauffés avec de la potasse caustique, donnent des solutions brunâtres pour ceux de la Sicile et de Bologne, jaunâtres pour ceux de la mer Baltique.

6. Ces solutions aqueuses et alcalines, additionnées d'acide sulfurique, précipitent des dépôts jaune brunâtre quant à celles provenant d'ambres d'Italie (mais ces précipités sont en majeure partie solubles dans l'éther), et blancs et cristallins quant à celles provenant d'ambres allemands, ces précipités étant pour ainsi dire insolubles dans l'éther, mais très solubles dans l'eau bouillante.

7. Les précipités ainsi obtenus sont constitués par des acides résineux non déterminables et par des traces d'acide succinique chez les ambres d'Italie, tandis que ceux provenant des ambres allemands solubles dans l'eau bouillante sont constitués par de l'acide succinique, comme leur point de fusion le démontre.

8. Le pour 100 d'acide succinique décelé dans les ambres d'Italie est de 1 à 16 pour 100, tandis que celui des ambres allemands est de 65 à 80 pour 100.

9. Soumis à l'analyse élémentaire, ces précipités cristallins renferment :

	I.	II.	III.
C	40,1	39,8	40,3
H	5,2	4,9	5,12

correspondant à la formule $C^4H^6O^4$ qui exige

$$C = 40,68; \quad H = 5,08.$$

En conséquence les ambres d'Italie se différencient des ambres allemands; nous appuyant sur ces données nous pouvons entreprendre l'étude des ambres d'origine lacustre ou des temps plus rapprochés de notre époque.

L'ambre n° III, dit *de Giubiasco*, formant une grande perle de 11^{mm} de diamètre, perforée au centre et renfermant de 6 à 8 pour 100 d'acide succinique, est, ainsi que les n°s II, qui contiennent de 10 à 12 pour 100 d'acide succinique, d'origine italienne.

Les deux perles inscrites sous le n° 245 au Musée national suisse, provenant des fouilles entreprises à Saint-Sulpice dans le canton de Vaud, possèdent toutes les réactions caractéristiques aux ambres d'Italie, et elles

renferment de 10 à 12 pour 100 d'acide succinique. Il en est de même des morceaux d'ambre nos 9893 et 9890 qui sont travaillés sous la forme de perles perforées au centre et qui renferment de 6 à 7 pour 100 d'acide succinique. Les ambres : n° 12678, renfermant de 3 à 9 pour 100 de cet acide; n° VI, contenant de 22 à 27 pour 100 de cet acide, donnent toutes les réactions caractéristiques des ambres d'Italie. Il en est de même des trois perles dites *de Castione Bergamo*, ou ambre n° VII, qui renferment de 10 à 14 pour 100 d'acide succinique. Celles-ci ne se différencient donc pas des ambres découverts au Montlinger Berg en Suisse, qui sont travaillés sous la forme de cônes spirales et qui, renfermant de 7 à 13 pour 100 d'acide succinique, sont aussi de provenance italienne. Les perles : n° IV, dite *de Corinasco*; n° 51, *id.*, qui renferment respectivement de 8 à 13 pour 100 et de 10 à 12 pour 100 d'acide succinique, donnent elles aussi toutes les réactions spécifiques aux ambres d'Italie.

Le morceau d'ambre provenant du Tumulus de Trubikon, décrit sous le n° VIII, renferme de 4 à 7 pour 100 de cet acide. Il donne aussi toutes les réactions spécifiques aux ambres italiens, réactions que ne possède pas le morceau d'ambre n° IX découvert dans la mine de Palmiricken qui ne renferme pourtant que de 4 à 7 pour 100 d'acide succinique. Tous les ambres lacustres qui me furent, eux aussi, remis par M. Violier, mais qui proviennent du Musée de l'Alterthum Gesellschaft Prussia, sont de provenance allemande.

Ce sont les ambres : n° XIII, renfermant de 59 à 64 pour 100 d'acide succinique; n° XV, de 60 à 68 pour 100; n° XIV, de 70 à 76 pour 100; n° XVI, de 69 à 75 pour 100; n° XVII, de 75 à 76 pour 100; n° XVIII, de 71 à 76 pour 100 d'acide succinique, et qui possèdent toutes les réactions des ambres de la mer Baltique.

Ces quelques données nous permettent d'admettre que nos pères les Lacustres des bords des lacs suisses étaient en relations commerciales avec le sud de l'Europe et non, comme on l'admettait jusqu'ici, avec le nord de notre continent.

GÉOLOGIE. — *Existence de la faune à* Hipparion *dans le Sarmatien du bassin de la mer de Marmara et ses conséquences pour la classification du Néogène dans l'Europe sud-orientale.* Note de M. **N. Arabu**, présentée par M. H. Douvillé.

J'ai montré dans une précédente Note [1] les résultats que donnent les Vertébrés fossiles, pour le parallélisme des couches néogènes de l'Europe orientale. Mais tandis que, pour les principaux bassins néogènes du centre et de l'ouest de l'Europe, les changements de faune coïncident, comme l'a montré M. Depéret, avec les limites des étages classiques, ces mêmes changements paraissent se faire dans le bassin ponto-caspien, à des moments différents au milieu des étages; il arrive également qu'une faune donnée persiste dans plusieurs subdivisions stratigraphiques : telle la *faune* à *Hipparion*, qui se retrouve en Orient, depuis le Sarmatien supérieur jusque dans le Dacien.

Il faut remarquer pourtant que ces subdivisions ont été établies ici sur une évolution spéciale des Invertébrés, conséquence de la dessalure progressive des eaux; elle se manifeste, comme on le sait, par une diminution graduelle du nombre des espèces, compensée par une augmentation dans le nombre des individus de quelques-unes d'entre elles; il y a en outre remplacement graduel des espèces disparues par d'autres, adaptées à des degrés de salure de moins en moins élevés.

On admet généralement trois épisodes importants dans l'histoire de cette mer néogène orientale, caractérisés successivement par une faune à *Mactra*, par une deuxième à *Congeries*, enfin par une dernière, à *Unio* et *Paludines*.

Cette classification ne pouvait avoir qu'une valeur relative. Étant donné, d'un côté, que la dessalure des eaux du bassin s'est faite d'une manière centripète, de l'autre que la transformation des faunes en est corrélative, il résultait que ces épisodes ne représentent que des faciès qui, rappelant en cela l'ancien étage corallien de d'Orbigny, se déplacent à la fois dans le temps et l'espace vers le centre du bassin.

Le progrès des études n'a pas tardé à démontrer la réalité de cette idée. Ainsi M. Andrussow [2] a été amené à conclure que la transfor-

---

[1] *Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 332.

[2] N. Andrussow, *Zur Frage über die Classification der Neogenablagerungen Südrusslands*, Odessa, 1898.

mation des faunes est de plus en plus en retard, à mesure qu'on s'avance vers l'Est; ainsi les *couches* à *Congeries* des plaines de l'Autriche-Hongrie se parallélisent avec le Méotique de la Roumanie et de la Russie méridionale, où les *Mactra* vivent encore; de même, aux *couches* à *Paludines* du bassin hongrois correspondent les couches dites de *Tschaouda*, contenant encore des *Cardium*. M. Teisseyre ([1]) a donné dans un important travail un résumé de cette question.

Dans ces circonstances, la considération des Vertébrés fossiles peut être d'un grand secours; en outre du fait que seuls ils peuvent offrir des bases paléontologiques pour les parallélismes à grande distance, spécialement avec les formations marines de l'occident, seuls aussi ils peuvent donner, en quelque sorte, la mesure de ce chevauchement centripète de ces facies de dessalure. Or, ce chevauchement dépasse en importance ce qu'on prévoyait : j'ai précédemment montré que non seulement le Méotique, mais même une partie du Sarmatien sont synchroniques, dans les environs immédiats de la mer Noire, des *couches* à *Congeries* du bassin de Vienne. Des considérations exposées plus haut il résulte que l'*étage pontien*, caractérisé à la fois par une faune à *Congeries* et par la faune de Vertébrés à *Hipparion*, ne se justifie que pour le bassin de Vienne; mais ici on a affaire a un facies précoce, pour lequel M. Lorenthey a proposé d'ailleurs le nom de *Pannonique;* cet étage n'est qu'en partie synchronique du Pontien véritable, dont le type doit être pris dans les environs immédiats de la mer Noire; c'est le calcaire d'Odessa (= IIe étage pontique suivant la classification de M. Andrussow).

On a l'habitude, d'autre part, de paralléliser le *Sahélien*, ce dernier terme du Miocène marin du bassin de la Méditerranée, avec le *Pontien* qui termine en Europe sud-orientale le cycle de sédimentation miocène; on pourrait objecter que l'une des deux formations aurait pu se terminer avant l'autre; on sait pourtant avec certitude qu'elles sont synchroniques; elles viennent en contact et s'engrènent en quelque sorte, comme A. Gaudry ([2]) l'a montré, en Attique, où les couches de Pikermi s'intercalent dans une formation marine sahélienne. Ces couches se parallélisent donc avec le Sarmatien des environs de Constantinople; mais alors, leur substratum, les *couches* du *Pirée* et à plus forte raison le *calcaire* de *Tra-*

([1]) W. Teisseyre, *Ueber die Meotische, Pontische u. Dacische Stufe in der Subkarpaten der östlich. Muntenia* (*Ann. Inst. Geol. Roum.*, t. II, 1908, p. 283).

([2]) A. Gaudry, *Animaux fossiles et géologie de l'Attique*, Paris, 1862-1867.

konaes deviennent l'équivalent du Vindobonien de Thrace; ceci est d'autant plus vrai que les deux étages sont en discordance l'un sur l'autre dans les deux régions.

La considération de la même faune à *Hipparion* permet d'étendre ce parallélisme sur une surface bien plus vaste encore; cette faune apparaît en effet dans le bassin du Rhône dans les couches en partie saumâtres et d'eau douce, à partir des calcaires de Cucuron et des sables à *Nassa Michaudi*. Le Sarmatien de l'ouest de Constantinople doit être considéré comme débutant au même moment et constituant l'équivalent de ces couches du bassin du Rhône, que M. Depéret [1] interprète comme formées pendant une phase de régression de la mer, à la fin du deuxième étage.

GÉOLOGIE. — *Sur la coloration en rose de certaines roches du massif des Aiguilles-Rouges.* Note de M. **Maurice Lugeon**, présentée par M. Pierre Termier.

On sait que sur les gneiss très redressés, injectés par des aplites, du massif des Aiguilles-Rouges (Alpes franco-suisses) repose en discordance la série sédimentaire de la Dent de Morcles, Dent du Midi et massif du Buet. Sur la tranche des roches cristallines tantôt s'appuie le Carbonifère, tantôt les arkoses ou les quartzites du Trias inférieur.

On est frappé de constater, au voisinage des quartzites du Trias, quand le Carbonifère est absent, que les roches anciennes sous-jacentes sont colorées en rose plus ou moins vif, parfois presque en rouge.

J'ai constaté ce phénomène le long du sentier de Lavey à Morcles; je l'ai revu au pied de la Tour-Saillère, soit dans les croupes du Luisin et au col d'Emaney; à Fontanabran, dans les montagnes de Finhaut; enfin au col du Vieux, à la frontière franco-suisse, au pied du Cheval-Blanc.

Les points extrêmes où cette coloration apparaît sont distants de plus de 20^{km}. Le phénomène n'a point été suivi pas à pas, mais chaque fois que nous avons abordé la région du contact du Trias et des schistes cristallins j'ai constaté à nouveau la répétition de cette coloration. Il est donc probable que celle-ci se continue vers le Sud-Ouest, et à l'extrémité nous

---

(1) Ch. Depéret, *Sur la classification et le parallélisme du système miocène* (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e série, t. 21, 1893, p. 170).

arriverions à Saint-Gervais-les-Bains où furent jadis exploités des jaspes rouges.

J'ai constaté encore cette coloration sur le Six-Carro, ce sommet qui domine l'angle de la vallée du Rhône en face de Martigny. Nul doute que jadis les quartzites du Trias s'étendaient à quelques mètres au-dessus de la surface topographique actuelle des gneiss et, de fait, non loin de là, on les voit former une surface dénudée couvrant, comme une grande dalle brisée, la tranche des roches cristallines.

Dans le versant sud du massif de Morcles qui domine la vallée longitudinale du Rhône, cette coloration n'a pas attiré mon attention ; elle ne paraît point exister. Elle serait donc localisée sur le flanc externe du versant de l'ancienne chaîne hercynienne.

Renevier avait remarqué cette coloration rouge des roches métamorphiques aux environs de Morcles et il l'avait attribuée à des venues porphyriques. Dernièrement P. Hartmann a considéré ces aplites teintées comme un type pétrographique spécial.

En réalité, *il s'agit d'une coloration strictement locale qui ne pénètre pas en profondeur*. Elle cesse de 10^{m} à 40^{m} au-dessous de la surface inférieure des quartzites. Plus bas, les roches cristallines reprennent leur couleur habituelle qu'elles ont dans les régions profondes du massif ancien.

Cette coloration est due au fer. Au microscope, la roche se montre pigmentée par de l'hématite et il suffit de très faibles quantités du pigment pour donner déjà une forte coloration.

Il devient évident que la rubéfaction des roches cristallines s'est accomplie de haut en bas. Comme les quartzites recouvrants ne sont en général pas colorés, on doit admettre que la pénétration du pigment est antérieure au Trias. Et lorsque celui-ci présente localement une teinte rose des minéraux de ses quartzites, on peut admettre que ces minéraux proviennent de la destruction, à l'époque, du substratum gneissique.

Voici l'explication que je crois pouvoir donner de ce phénomène. La surface ancienne du pays cristallin a été pénéplainée. Longtemps la tranche des roches fut exposée à l'air libre. La rubéfaction serait le résultat de la pénétration des oxydes de fer provenant de la destruction des anciennes roches elles-mêmes, comme une sorte de phénomène latéritique.

Le chapeau plus riche en fer aurait disparu avant l'invasion des eaux triasiques ou aurait été enlevé par elles. La richesse relative en fer, richesse originelle, de ces roches anciennes est démontrée, sous le microscope, par la présence de fréquents grains de magnétite.

On peut également admettre que la décomposition des roches rouges lie de vin, du Permien qui existait sporadiquement dans le voisinage, ait participé à la venue du pigment d'hématite. Une seule chose surprend, c'est que le fer de la surface ancienne du pays pénéplainé ne soit pas hydroxydé. Mais il ne faut pas oublier que ces roches colorées ont été portées en grande profondeur sous d'immenses amas de terrains sédimentaires autochtones et charriés. Là, les conditions caloriques et dynamiques ont dû amener une déshydratation de la limonite et sa transformation en hématite.

Quoi qu'il en soit de la venue et de l'origine du fer colorant la roche, il n'en reste pas moins que ces aplites et ces gneiss roses du massif des Aiguilles-Rouges ne constituent pas des facies originellement colorés. Le fait que la teinte est toujours au voisinage de la surface ancienne nous montre qu'il ne peut s'agir que d'un ancien phénomène de décomposition superficielle qui s'est accompli entre la fin du Permien et le début du Trias.

GÉOLOGIE. — *Le cratère-lac Pavin et le volcan de Montchalm* (*Puy-de-Dôme*). Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Pierre Termier.

Le cratère-lac Pavin et le volcan de Montchalm, greffés sur le flanc sud du massif volcanique du Mont-Dore, sont aussi curieux au point de vue scientifique que par leur pittoresque.

Le lac Pavin a été successivement considéré comme cratère d'explosion, d'effondrement et même de barrage glaciaire par Poulett-Serope, Vimont, Fabre, Lecoq et M. Boule. Cette Note a en partie pour but de montrer qu'il représente bien un cratère d'explosion, dont la constitution géologique est très complexe.

Sa genèse est *postérieure* à celle du volcan de Montchalm, dont l'appareil éruptif se dresse de 220^m sur son bord méridional et comprend un cône de scories principal (S*a*) avec cratère central et deux points éruptifs latéraux.

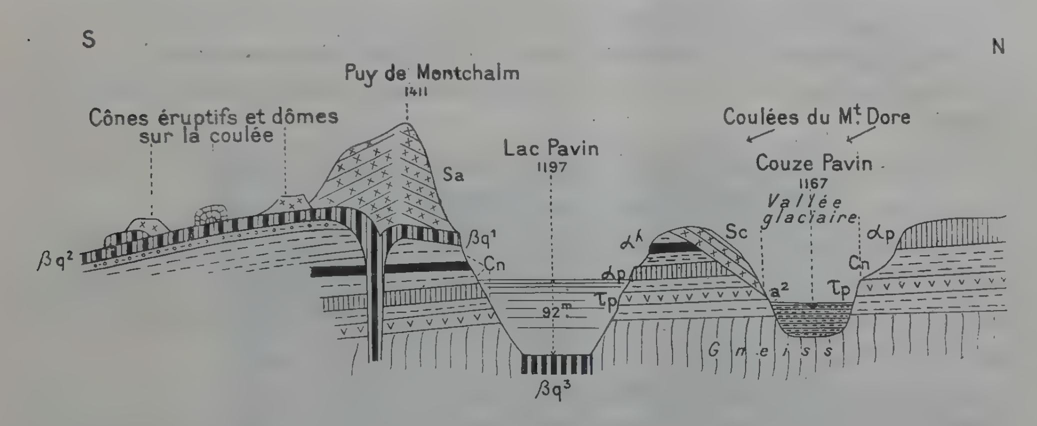
Le Puy de Montchalm, d'âge quaternaire supérieur, a émis trois séries de coulées, dans trois directions différentes :

1° Au sud, vers le lac de Montcineyre, une épaisse coulée de basalte (βq^2) accidentée, comme celle du Tartaret, par de nombreux petits volcans adventifs. Ces *volcans secondaires* ont fourni seulement des projections, ou des projections et de minuscules coulées, ou ont donné naissance à de petits *dômes basaltiques*, offrant les caractères des dômes des laves acides.

Il paraît évident que cette coulée s'est épanchée dans une région marécageuse et que le contact de la lave encore très chaude et de l'eau sous-jacente a provoqué sur la coulée elle-même des éruptions secondaires, marquées par la formation des petits édifices volcaniques précités.

2° A l'Ouest, une autre coulée de 2^{km} de long a atteint la vallée de la Clamouze.

3° Au Nord, une émission basaltique (βq^1) remblaya sur 16^{km} de long, vers Besse, le Cheix, Saurier, le fond du thalweg de la *vallée glaciaire* de la Couze, où elle présente des éclusages et des tunnels de lave en maints endroits.



L'origine de cette dernière coulée sur le flanc NE du Montchalm n'est pas visible actuellement, mais on peut l'observer à Berthaire et on la retrouve sur plus de la moitié sud et sud-ouest du pourtour du lac Pavin, à 40^m au-dessus du niveau de l'eau. Elle est masquée jusqu'à la vallée de la Couze par les projections provenant des explosions du cratère du Pavin, ouvert *postérieurement*.

En s'épanchant dans la vallée glaciaire de la Couze, la coulée nord de Montchalm amena la formation d'un *lac de barrage* de plus de 2^{km} de long et de 40^m de profondeur, aujourd'hui disparu, car il fut rapidement comblé par des apports alluviaux (a^2) et des projections du Pavin. A la queue de cet ancien lac, vers Agouette, il existe des *buttes moutonnées* et des restes de *moraines* de la dernière glaciation [1] déposées par le glacier du cirque de la Biche et en partie submergées par les dépôts du lac.

Les laves de Montchalm oscillent entre les labradorites et les basaltes,

(1) Le substratum immédiat du volcan de Montchalm et l'emplacement du lac Pavin offraient une topographie glaciaire avec des restes de moraines provenant des glaciers du massif du Mont-Dore (première phase glaciaire).

parfois à structure semi-ophitique, à titanaugite, à phénocristaux et microlites d'olivine.

Le *lac Pavin* occupe le cratère d'explosion régulier (750^m de diamètre et 92^m de profondeur : Delebecque) creusé sur le flanc nord du volcan de Montchalm. Les parois escarpées sont constituées par des coulées du volcan du Sancy, alternant avec des projections (C*n*) et offrant une pente NO-SE.

Elles comprennent de bas en haut :

(*a*) Une coulée de *trachyte porphyroïde* augitique à augite et biotite (τp);

(*b*) Une coulée de *trachy-andésite augitique* à augite et hornblende (αp_1);

(*c*) Des lambeaux d'une coulée d'*andésilabradorite* augitique, micacée à hornblende (α^λ).

Cet ensemble avait été en grande partie recouvert par la coulée nord du Montchalm, qui s'étendait sur l'emplacement actuel du lac. Ce sont les explosions du cratère du Pavin qui, en éclatant à travers ces coulées, les brisèrent en blocs parfois de grande taille (plus de 2$^{m^3}$), en les projetant aux alentours, où ils avaient été considérés par certains comme des blocs morainiques.

On observe également, sur les flancs du cratère, des couches stratifiées (S*c*) de projections renfermant de nombreux fragments de gneiss rubéfié, provenant de la partie profonde du lac. On ne peut donc douter que le lac Pavin ne soit un ancien cratère d'explosion.

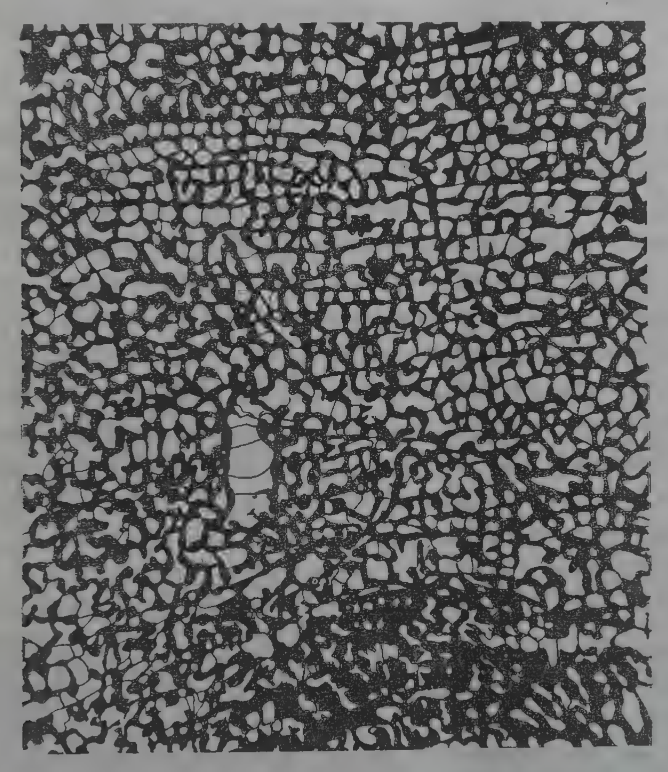
Ajoutons qu'il est alimenté par des *sources sous-lacustres* issues principalement des plans d'eau qui suivent la base des coulées du Mont-Dore plongeant vers le lac et des sources superficielles émergeant aux affleurements de la coulée nord (βq) du Puy de Montchalm, coulée qui repose sur des cinérites compactes devenues argileuses.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un Stromatopore milléporoïde du Portlandien.* Note de Mlle **Yvonne Dehorne**, présentée par M. Douvillé.

Munier-Chalmas a donné, sans le publier, le nom de *Burgundia Trinorchii* (1) à des masses sphériques ou elliptiques, de la grosseur du poing, provenant des couches portlandiennes de la localité de Vers, près Tournus (Saône-et-Loire).

(1) Cité sans description, par A. Tornquist, *Ueber mesozoische Stromatoporiden* (*Sitzungsber. d. kön. preuss. Akad. Berlin*, 1901, p. 1116, note 2).

Les échantillons sont enrobés dans une gangue de calcaire compact qui masque la presque totalité de la surface extérieure; mais, après un examen attentif, on distingue certaines régions où la couche calcaire laisse à découvert quelques portions d'une surface cœnostéale qui présente tous les caractères propres aux Hydrozoaires stromatoporoïdes; elle est, en effet, irrégulièrement noduleuse et revêt, même à l'œil nu, un aspect finement granulé ou vermiculé; çà et là, les échantillons sont suffisamment altérés pour que la structure interne soit apparente : le squelette se compose de lamelles concentriques et de piliers radiaux; il ne paraît pas y avoir d'astrorhizes, mais à des distances variables, on trouve des pores très nets dont le diamètre mesure environ $0^{mm},5$.



Coupe verticale dans *Burgundia Trinorchii* M.-Ch. montrant la section d'un tube zooïdal pourvu de planchers (dessin d'après une photographie). Grossie 15 fois environ.

Si l'on sectionne en deux ces masses, on découvre qu'elles sont formées de straies concentriques emboîtées les unes dans les autres à la façon des écailles d'un bulbe, et dont l'épaisseur varie de 5^{mm} à 10^{mm}. Sur les surfaces polies, la structure anatomique de la colonie apparaît avec une grande netteté : elle rappelle beaucoup celle du genre

paléozoïque *Clathrodictyon* Nich. ([1]). En coupe verticale, les piliers radiaux paraissent imités à un seul espace interlaminaire et ne sont pas continus à travers un grand nombre d'assises, comme c'est le cas pour *Actinostroma* Nich. Bien plus, ces piliers radiaux et les lames concentriques elles-mêmes deviennent parfois irréguliers, au point que les deux éléments du réseau squelettique sont difficiles à différencier (au niveau du tube zooïdal). Les pores si nettement visibles à la surface des échantillons altérés correspondent à des tubes zooïdaux bien définis, quoique sans muraille propre, mais pourvus d'un certain nombre de planchers transversaux; ces tubes zooïdaux s'élèvent à travers cinq à huit assises (environ $1^{mm},2$) et sont absolument identiques à ceux des Millépores, mais leur nombre est relativement restreint : la surface polie d'une colonie elliptique de $50^{mm} \times 85^{mm}$ n'en présente que neuf.

En coupe tangentielle, ces tubes ont une section tantôt circulaire, tantôt polygonale; ils sont en communication avec les canaux de la colonie et se montrent, en effet, dépourvus de muraille propre; en certains points, un grand espace allongé représente l'un des canaux latéraux qui accèdent directement au tube zooïdal.

Grâce à la présence de ces tubes tabulés, ce Stromatopore se distingue nettement des Hydractinoïdes, dont les genres paléozoïques *Actinostroma* Nich. et *Clathrodictyon* Nich. et le genre mésozoïque *Actinostromaria* Mun.-Chal. offrent de si frappants exemples ([2]). Il doit être rangé parmi les Stromatoporidés milléporoïdes, groupe que Nicholson a opposé aux Stromatoporidés hydractinoïdes et qui est caractérisé par la présence de tubes zooïdaux à planchers. Le genre *Burgundia* ne se rapporte en outre à aucun des genres paléozoïques du groupe des Milléporoïdes : *Stromatopora* Goldf., *Stromatoporella* Nich. et *Parallelopora* Barg.; il ne rappelle en rien *Lithopora Kœneni* Tornq. ([3]) du Trias alpin, ni *Neostroma sumatrensis* Tornq. ([4]) (sans doute crétacé). Par la régularité du réticule squelettique, il diffère beaucoup de *Stromatopora japonica* Yabe ([5]) du Crétacé inférieur et des espèces nouvelles du genre *Stromatopora* que Osimo ([6]) a trouvées dans le

([1]) Nicholson, *A monograph of british Stromatoporoids* (*Palaeontographical Society*, 1886, p. 77-79).

([2]) Dans le Tableau de répartition et de classification qui termine sa Note sur les Stromatoporidés mésozoïques, Tornquist a, sans justification aucune, placé le nom de *Burgundia* entre ceux d'*Actinostroma* et d'*Actinostromaria*. En outre, le genre *Burgundia* n'a pas été recueilli dans l'Astartien, comme l'indique l'auteur allemand (p. 1116, note 2), mais bien dans le Portlandien.

([3]) A. Tornquist, *Der Sturia Kalk* (*Hydrozoa*) (*Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch.*, Bd. 52, Heft 1, 1900, p. 128).

([4]) A. Tornquist, *loc. cit.* (*Ueb. mes. Strom...*), 1901, p. 1.

([5]) H. Yabe, *On a mesozoic Stromatopora* (*Journ. geol. Soc. Tokio*, t. 10, 1903).

([6]) G. Osimo, *Alcune nuove Stromatopore giuresi e cretacee della Sardegna e dell'Apennino* (*Mem. d. reale Accad. d. Sc. Torino*, 1911).

Crétacé de la Sardaigne et de l'Apennin, mais il présente quelque analogie avec le genre tithonique *Ellipsactinia* Steinm. Une identification de ces deux genres ne paraît cependant pas possible.

Il y a donc lieu de maintenir pour les colonies massives de ce Stromatopore du Jurassique supérieur le nom de *Burgundia Trinorchii* que Munier-Chalmas leur avait donné.

BOTANIQUE. — *Les ferments du vin d'ananas.* Note de M. **Henri Fouqué**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Nous n'avons encore que très peu de renseignements sur la nature spécifique et le mode d'action des levures qui interviennent dans la préparation des nombreuses boissons alcooliques obtenues dans les pays chauds avec les fruits les plus divers. Sur la fabrication, par exemple, du vin d'ananas, consommé assez communément dans nos colonies, la seule étude publiée, à notre connaissance, est une Note de M. Kayser. Ce savant, ayant eu à sa disposition du jus d'ananas en fermentation spontanée, rechercha les levures contenues dans ce jus et y reconnut la présence de deux organismes : une levure et une moisissure. Dans les expériences que nous avons faites à notre tour sur le même sujet, nous nous sommes placé dans des conditions un peu différentes.

Nous avons, aussi aseptiquement que possible, préparé, par broyage, du jus d'ananas. Ce jus, recueilli dans des ballons stérilisés, a été abandonné à lui-même; mais, dans certains de ces ballons, les cultures étaient laissées en présence de l'air; dans les autres, au contraire, nous avons pratiqué un vide aussi parfait que possible. La fermentation achevée, nous avons ensemencé de la gélatine nutritive avec ces divers liquides fermentés.

Du jus laissé en présence de l'air nous avons ainsi retiré trois organismes que nous désignerons provisoirement par les lettres *a*, *b*, *c*. Du jus qui avait subi la fermentation en l'absence d'air nous avons retiré aussi deux de ces trois organismes, les levures *a* et *c*, mais, en outre, une autre forme, qui était même prédominante, et à laquelle nous avons donné le nom de levure *d*. Il peut tout de suite paraître vraisemblable que ce dernier organisme ne sera pas le moins intéressant.

De fait, après avoir isolé ces quatre levures, nous les avons ensemencées dans du jus d'ananas stérilisé et additionné de sucre, en mettant dans un ballon A la levure *a* seule, dans un ballon B la levure *b* seule, dans un

ballon C la levure *c* seule, dans un ballon D la levure *d* seule, dans un ballon DA les levures *d* et *a*, dans un ballon DC les levures *d* et *c*, dans un ballon DCA, les levures *d*, *c* et *a*, et dans un ballon CA, les levures *c* et *a*.

Tous ces ballons sont placés à l'étuve à 28°-30°. Dans le ballon D, la fermentation, déjà forte 12 heures après la mise à l'étuve, atteint son maximum en 24 heures; après 48 heures, elle commence à décroître pour être à peu près terminée vers la 60ᵉ heure.

Dans le ballon B, la fermentation ne commence guère qu'après 24 heures; au bout de 48 heures, alors que pour la levure *d* elle commence à se ralentir, elle est ici très intense; vers la 92ᵉ heure, la fermentation est terminée ou à peu près.

Dans les ballons contenant les levures *a* et *c* associées à la levure *d*, la fermentation est normale, comme dans le ballon D, et ne semble troublée ou modifiée par aucun phénomène accessoire; à peine peut-on constater dans les ballons DAC et DC un début de léger voile vers la 48ᵉ heure.

Par contre, dans les ballons qui contiennent les levures *a* et *c*, la fermentation est médiocre et se poursuit lentement pendant plusieurs jours, alors qu'elle est achevée pour les ballons qui contiennent les levures *b* ou *d*. De plus, on peut observer dans le ballon C un léger voile qui se forme déjà au bout de 24 heures.

En définitive, au bout de 8 jours, dans tous les ballons qui contiennent les levures *b* et *d*, ou bien associée aux autres espèces, les quantités respectives d'alcool formé et de sucre disparu sont sensiblement les mêmes. Ce résultat ne peut nous surprendre, car, ainsi que l'a fait remarquer Duclaux depuis longtemps, toutes les bonnes levures donnent, en définitive, dans des milieux de composition identique, la même quantité d'alcool. L'adaptation d'une espèce à un milieu déterminé se traduit plutôt par la rapidité et l'intensité de la fermentation, ainsi que par la formation des produits accessoires qui donnent au liquide de fermentation son arome propre.

Il nous apparaît donc que la levure la plus intéressante parmi celles que nous avons isolées jusqu'ici serait cette levure *d*, bien différente de celle de M. Kayser, et qui a les principaux caractères suivants :

Cellules rondes, ovoïdes, ovales ou elliptiques, de dimensions régulières, les plus grandes ayant $8^{\mu},3$ sur $6^{\mu},7$; les moyennes $7^{\mu},2$ sur $5^{\mu},6$; les petites $5^{\mu},8$ sur $3^{\mu},6$. Cette levure sporule spontanément et facilement même sur les milieux nutritifs (gélose au moût de bière). La sporulation s'obtient aussi aisément sur bloc de plâtre à 28° dès les 16 premières heures. Le nombre de spores par asque ne dépasse jamais deux. Sur carotte, la sporulation n'est pas aussi rapide. Cette levure appartient donc au genre *Saccharomyces*.

La levure *b* est aussi un *Saccharomyces*; elle sporule facilement sur bloc de plâtre, en donnant dans les 36 heures de 1 à 4 spores par asque. Elle

paraît devoir être plus spécialement rattachée à l'espèce *Saccharomyces ellipsoïdeus*, dont elle constituerait une variété. Elle se distingue cependant du type par ses colonies géantes, qui ont l'aspect d'un cône large et bas, à surface régulièrement côtelée, et par la plus grande rapidité avec laquelle elle dédouble le saccharose.

Quant aux levures *a* et *c*, ce sont deux levures douteuses, intermédiaires entre les *Mycoderma* et les *Torula*. Leur pouvoir ferment est très faible, plus grand toutefois pour *a* que pour *c*; *a* ne donne pour ainsi dire aucun voile dans les liquides de culture; au contraire, *c* qui, par sa forme, serait très nettement une *Torula*, se rapproche des *Mycoderma* par la faible quantité d'alcool produit et par la formation d'un voile assez épais aux basses températures, faible au contraire vers 30°.

Ce qu'il nous faut remarquer surtout pour l'instant, c'est que la présence de ces deux dernières levures, évidemment accessoires, ne paraît pas gêner sérieusement la fermentation du jus d'ananas, du moins aux températures élevées. Tout l'intérêt se concentrerait donc sur le *Saccharomyces d*, qui semble, en définitive, être le ferment principal et spécial du vin d'ananas, sans qu'il y ait lieu, croyons-nous, d'admettre que son action serait favorisée ou complétée par les autres organismes que nous signalons.

Nous ne nommerons pas pour l'instant ce *Saccharomyces;* nous ne voyons cependant pas à quelle autre espèce déjà connue il pourrait être rattaché, et c'est pourquoi nous avons cru utile de le caractériser dès maintenant, nous réservant d'en faire prochainement une étude plus approfondie, qui aurait pour le vin d'ananas l'utilité et l'intérêt qu'ont présentés, pour nos principales boissons des climats tempérés, les études de leurs levures propres.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de l'eau oxygénée sur la germination.* Note de M. E. **Demoussy**, présentée par M. L. Maquenne.

Certains réactifs chimiques passent pour être capables de faire réapparaître la faculté germinative chez des graines qui, par suite de leur âge, semblent l'avoir perdue : l'eau de chlore, l'eau oxygénée ont été indiquées comme susceptibles de produire cet effet. J'ai eu l'occasion d'étudier l'action de l'eau oxygénée sur des graines de cresson alénois âgées de 7 ans.

Ces graines, placées dans un peu d'eau distillée, mais non immergées,

ne germent pas à 27°, température très favorable à l'évolution des bonnes graines de même espèce; mais dans l'eau oxygénée étendue, à $0^{vol},6$, la germination commence dès le troisième jour et après 10 jours atteint environ 30 pour 100 des graines essayées. En diluant davantage la dissolution le résultat est encore meilleur : avec un réactif à $0^{vol},25$, la faculté germinative approche de 40 pour 100.

Un séjour préalable, même très prolongé, des graines dans l'eau oxygénée ne suffit pas; la germination n'a lieu qu'en présence de ce réactif, et comme il se détruit rapidement au contact des graines, au point de perdre en 24 heures les $\frac{9}{10}$ de son oxygène actif, il convient de le renouveler chaque jour.

Quel est le rôle de l'eau oxygénée dans ce réveil de la graine? Agit-elle comme source d'oxygène ou comme antiseptique?

Les graines âgées, mises en présence de l'eau pure à 27°, ne tardent pas à être envahies par des microbes, dont le développement, très rapide à cette température, commence dès le deuxième ou le troisième jour. Rien de semblable n'a lieu dans l'eau oxygénée; cependant le trempage dans une solution antiseptique ne produit pas le même effet. Il m'a été impossible, par exemple, de stériliser les graines de cresson par le sublimé : un séjour d'une heure dans une solution au millième ne suffit pas à tuer les germes parasites englobés dans le mucilage des téguments que, seul, un long contact avec un antiseptique non nuisible à la graine, comme l'eau oxygénée, parvient à détruire.

J'ai été conduit à répéter ces diverses expériences à la température du laboratoire, variant de 10° à 14° : les résultats ne sont plus les mêmes. Vers le sixième jour la germination commence pour tous les échantillons : après 15 jours elle était de 25 pour 100, en moyenne, dans l'eau pure, et de 45 pour 100 dans l'eau oxygénée à $0^{vol},25$. Ainsi, des graines capables de germer en proportion importante à froid ne fournissent aucune germination à 27°, température pourtant très favorable aux graines jeunes qui, après 24 heures, montrent alors des germes de 2^{mm} de long, tandis qu'à 12° ces germes apparaissent à peine.

D'autre part, à basse température, le développement microbien est très lent, ne se manifestant que vers le dixième jour, après le début de la germination; cette observation va nous permettre d'expliquer les faits précédents.

Chez les vieilles graines de cresson l'énergie germinative est fortement atténuée, en sorte que ce n'est qu'après un temps relativement long que

l'évolution se déclare : ces graines de faible vitalité se trouvent alors en concurrence avec leurs parasites. Il y a lutte pour l'oxygène, et, suivant les conditions, l'avantage reste aux unes ou aux autres.

A 27° les microorganismes se développent rapidement, en moins de 48 heures, et ne laissent plus d'oxygène disponible pour les graines qui mettent 4 jours à entrer en germination : celle-ci est donc impossible et les graines pourrissent. A basse température, c'est l'inverse qu'on observe parce qu'alors le développement microbien est en retard de plusieurs jours sur la germination.

Lorsque les graines sont placées dans l'eau oxygénée, ce réactif s'oppose à l'évolution des microbes, mais non à celle des graines, de sorte que la germination peut se produire à toute température.

La résistance des microorganismes aux antiseptiques et par suite la facilité avec laquelle ils interceptent comme un écran l'arrivée de l'oxygène à la graine doivent être hautement favorisées, dans le cas des graines de cresson, par la présence sur leur tégument du mucilage dont nous avons parlé plus haut et qui à leur égard joue le rôle d'un excellent milieu de culture.

L'eau oxygénée agit en même temps comme source d'oxygène : cela ressort de son effet sur les bonnes graines de cresson, de la dernière récolte. A l'étuve, l'allongement des germes est nettement accru par sa présence, à ce point qu'on peut dire que leur développement est fonction de l'afflux d'oxygène. A froid, les processus d'oxydation étant moins rapides, l'eau oxygénée cesse d'être utile; légèrement toxique, elle peut même alors retarder un peu la germination.

Une dernière observation vient encore démontrer l'exactitude de cette interprétation. Les mêmes vieilles graines dont nous venons de parler, qui ne germent pas dans l'eau pure à 27°, germent à la même température dans la proportion de 25 pour 100 quand on les place dans du sable humide : c'est qu'alors la surface d'aération est plus étendue et l'arrivée de l'oxygène plus facile.

En résumé, des graines âgées peuvent avoir conservé leur faculté germinative et cependant ne pas germer dans des conditions reconnues favorables aux graines jeunes si ces conditions sont encore plus favorables au développement des microorganismes parasites qui provoquent leur asphyxie. Inversement, les graines germent si l'on facilite leur oxydation ou si l'on retarde l'évolution de ces mêmes microorganismes.

Il s'ensuit que les essais de pouvoir germinatif exécutés dans des

germoirs peuvent conduire à faire regarder comme mauvaises des graines qui cependant, introduites dans le sol, se montreraient de qualité moyenne. C'est d'ailleurs une conclusion à laquelle sont arrivés les praticiens, notamment pour les graines de betteraves.

HYGIÈNE. — *Sur une modification à la méthode de stérilisation de l'eau de boisson par l'hypochlorite de soude.* Note [1] de M. V. **Ferrand**, présentée par M. Ch. Moureu.

Les instructions pour la stérilisation de l'eau de boisson par l'hypochlorite de soude prescrivent de verser dans 1^l d'eau une quantité d'hypochlorite correspondant à $0^g,003$ de chlore, d'agiter, de laisser en contact *au moins* 1 *heure*, puis de neutraliser par de l'hyposulfite de soude le chlore libre restant.

Sans entrer de nouveau dans des considérations déjà exposées à propos d'une étude critique des procédés de stérilisation de l'eau par le permanganate, publiée en collaboration avec Georges Lambert dans les *Annales d'Hygiène publique* et les *Annales de Médecine coloniale*, me basant sur l'action particulièrement stérilisante de l'eau oxygénée en présence du permanganate de potasse, j'ai pensé qu'il y aurait avantage à remplacer dans le procédé à l'hypochlorite, dit au *stérilo*, l'hyposulfite de soude par l'eau oxygénée.

L'action de l'eau oxygénée sur l'hypochlorite de soude, qui se traduit par l'équation

$$NaClO + H^2O^2 = ClNa + H^2O + O^2$$

se rapproche, par la mise en liberté d'oxygène, de celle qui se passe quand on verse de l'eau oxygénée dans du permanganate de potasse. Il restait à montrer que l'action biologique était corrélative de l'action chimique.

La réaction qu'exprime l'équation ci-dessus fait la base d'un procédé de dosage de l'eau oxygénée ou des hypochlorites. On opère en présence d'un excès du corps qu'on ne dose pas; il convient d'observer toutefois que si l'on verse dans une solution étendue d'hypochlorite de l'eau oxygénée goutte à goutte jusqu'à saturation complète du chlore, le nombre de centimètres cubes versés est inférieur à celui qu'indique le calcul pour ne plus avoir dans le liquide ni chlore libre ni excès d'eau oxygénée; c'est ainsi que pour

[1] Séance du 13 mars 1916.

1$^{cm^3}$ d'une solution d'hypochlorite titrant 31°,7 il a été employé 1$^{cm^3}$,68 au lieu de 1$^{cm^3}$,76.

Les expériences suivantes rendent compte des modifications apportées dans la purification de l'eau en remplaçant l'hyposulfite de soude par l'eau oxygénée.

De l'eau souillée par de l'eau d'égout est traitée de la façon suivante :

Un échantillon (n° 1) est additionné par litre de 0g,003 de chlore (à l'état d'hypochlorite de soude); au bout de 5 minutes on ajoute X gouttes d'eau oxygénée [cette quantité est celle qui correspond à la neutralisation de l'hypochlorite de soude employé dans l'eau distillée ([1])].

Un échantillon (n° 2) reçoit 0g,003 de chlore, puis, au bout de 5 minutes, N gouttes d'hyposulfite de soude (le nombre a été déterminé à l'avance).

Dans l'échantillon (n° 3) l'hyposulfite n'est ajouté qu'au bout de 1 heure.

Et dans l'échantillon (n° 4) l'hyposulfite n'est versé qu'au bout de 3 heures.

Le Tableau ci-après, moyenne de plusieurs analyses, montre les résultats de l'analyse bactériologique :

Échantillons.	Colonies par centimètre cube.	Microbes anaérobies.	Colibacilles par litre.
Témoin.......	100 000 environ	très nombreux	plus de 1000
Échantillon 1...	3 000 »	néant	néant
» 2...	10 000 »	»	»
» 3...	6 000 »	»	»
» 4...	4 060 »	»	»

Dans une expérience, l'eau contenait encore 10 coli environ par litre.

Conclusions. — Il semble donc que l'action de l'eau oxygénée sur l'hypochlorite de soude entraîne dans un temps bien moins long la destruction des microbes du groupe *coli* et la diminution des autres germes.

Je propose, en conséquence, de remplacer par l'eau oxygénée l'hyposulfite employé jusqu'ici et de réduire le temps d'action de l'hypochlorite

([1]) Quand on opère dans une eau très souillée, une partie du chlore étant employée à détruire les matières organiques, la quantité nécessaire d'eau oxygénée est évidemment inférieure à celle indiquée par le calcul ou déterminée par un essai avec de l'eau distillée. Par suite, on pourrait craindre la présence d'un excès d'eau oxygénée dans l'eau de boisson. Il résulte cependant de recherches faites avec de l'eau très souillée par de l'eau d'égout, et cette circonstance ne se présentera pas dans l'application aux eaux potables, que la quantité restante d'eau oxygénée ne dépasse pas 0$^{cm^3}$,01 par litre. Il y a donc lieu de négliger cette quantité minime qui, pour la raison ci-dessus, ne sera jamais atteinte en pratique.

à 10 minutes. Après l'addition de l'eau oxygénée, l'eau est agitée et peut être consommée de suite.

Il est aussi facile que dans le cas de l'hyposulfite de soude de déterminer à l'avance, soit par le calcul, soit par expérience, le nombre de centimètres cubes d'eau oxygénée à employer.

Ce procédé de stérilisation peut se résumer dans le Tableau suivant, établi pour les titres courants de l'eau oxygénée (7^{vol} et 9^{vol}) :

Quantité d'eau à stériliser.	Quantité d'hypochlorite à ajouter à l'eau (hypochlorite à 31°).	Temps pendant lequel on doit laisser agir l'hypochlorite.	Quantité d'eau oxygénée à ajouter pour neutraliser l'hypochlorite. — Eau oxygénée à 7^{vol}.	à 9^{vol}.
10^l	8 gouttes	10 minutes	13 gouttes	10 gouttes
25	1^{cm^3}	»	$1^{cm^3},60$	$1^{cm^3},25$
50	2^{cm^3}	»	$3^{cm^3},20$	$2^{cm^3},50$
100	4^{cm^3}	»	$6^{cm^3},40$	$5^{cm^3},00$
500	20^{cm^3}	»	$32^{cm^3},00$	$25^{cm^3},00$
...	....	..	....	....

MÉDECINE. — *Le 102 de Danysz dans le traitement de la syphilis maligne ou grave.* Note de MM. **Dalimier** et **Lévy-Franckel**, présentée par M. A. Laveran.

Le traitement de la syphilis, dans ses accidents contagieux ou graves, doit actuellement se plier à certaines conditions spéciales à l'état de guerre; nous devons chercher, dans le délai le plus court possible, à rendre le malade non contagieux ou à guérir la lésion qui le rend indisponible, avec le minimum de risques.

Pour atteindre ce double but, nous avons employé, dans le service que nous a confié le médecin-inspecteur général Nimier, le composé arséno-stibio-argentique de Danysz, connu sous les dénominations de 102 et de luargol, dans 22 cas de syphilis.

Nous n'insisterons pas sur les lésions correspondant à une évolution normale de la maladie; l'emploi de 102 dans ces circonstances a fait l'objet de l'important travail initial de MM. Alexandre Renault, L. Fournier et L. Guénot [1]; et nous n'avons rien à y ajouter, sinon que ce que nous avons observé confirme pleinement leurs conclusions.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 161, 1915, p. 685.

Nous avons, au contraire, recherché les formes anormales, rebelles ou particulièrement graves de la syphilis, et c'est ce qui explique le nombre relativement petit de cas que nous rapportons. En effet, notre chiffre global de 22, expurgé des manifestations spécifiques banales, se réduit à 14 observations.

I. *A la période primaire.* — Trois chancres *phagédéniques*, énormes (l'un avait atteint la dimension d'une paume de main); cicatrisation *en* 15 *jours*, dose pour chaque malade : 1^g de médicament.

Un chancre *gangréneux*, avec œdème de la verge, ulcération à bords noirs, à odeur fétide, ayant perforé, en 10 jours, le fourreau de la verge; issue de l'urine par la plaie sphacélée. Cicatrisation *en* 1 *semaine*, avec 0^g,60 de 102. La dose totale employée, comme traitement consécutif, fut de 1^g,20.

II. *A la période secondaire.* — Syphilides ulcéreuses de la verge et des cuisses, non influencées par l'huile grise; guérison en 12 jours, avec 0^g,40 de médicament.

III. *A la période tertiaire.* — Deux cas de syphilis maligne précoce : 1° gomme ulcérée de la région sterno-mastoïdienne, de volume de mandarine, apparue 9 mois après le chancre; guérison en 11 jours. Dose totale, 0^g,90; 2° sarcocèle syphilitique, 10 mois après le chancre; le testicule en galet a littéralement fondu sous nos yeux pendant les 10 jours qu'a duré le traitement. Le malade, revu 2 mois plus tard, est en parfait état; 3° vaste syphilide tertiaire rupiacée, couvrant tout le thorax. Traitée d'abord sans résultat par trois injections de néosalvarsan (0^g,90) et deux piqûres d'huile grise (stomatite). Dès la quatrième injection de 102, amélioration (0^g,70). Il a fallu d'ailleurs quinze injections, soit au total 2^g,90, en 2 mois, pour obtenir la cicatrisation de cette lésion particulièrement étendue; 4° ozène : deux cas complètement guéris après cinq injections.

IV. *Syphilis viscérale.* — 1° *Ectasie aortique*, cliniquement classique. L'examen radiographique (Dr Degouy) est décisif. Le mercure étant mal supporté, une première et prudente dose de 102 (0^g,05) est bien tolérée. Après la seconde piqûre (0^g,10) atténuation des troubles fonctionnels. A la cinquième injection, amélioration manifeste; l'oppression a diminué, le malade dort mieux, les deux pouls radiaux sont redevenus égaux. A la dixième injection (au total 1^g,20) en 5 semaines, les troubles fonctionnels ont complètement disparu à l'auscultation, les souffles, de râpeux qu'ils étaient, sont devenus doux; 37 jours après le premier examen radiogra-

phique, un nouvel examen (en position fronto-latérale et en projection orthogonale) montre que l'ombre cardio-aortique, qui empiète largement sur la colonne vertébrale et l'extrémité sternale des clavicules, laisse un espace clair d'un bon centimètre entre son bord et la colonne vertébrale, et n'atteint plus les articulations sterno-claviculaires. Une diminution de surface de 1^{cm} existe sur tout le contour de l'ombre cardio-aortique.

2° *Myélite syphilitique.* — Syndrome de Brown-Séquart incomplet avec parésie, hypoesthésie, exagération des réflexes, clonus du pied à droite; signe de Babinski positif des deux côtés. Troubles très marqués des réservoirs; rétention d'urine avec cystite purulente nécessitant des sondages bi-quotidiens, et incontinence des matières fécales. Les troubles sphintériens s'amendent après la seconde injection de 102; après la troisième, le malade peut se tenir debout et les sphincters sont devenus normaux; après la quatrième injection le malade fait le tour de son lit; à ce moment l'apparition d'un subictère fait suspendre le traitement. La dose totale fut de $0^{g},55$.

V. *En dehors de la syphilis*, nous avons utilisé le 102 dans le psoriasis, non syphilitique. Nous avons obtenu, dans cinq cas sur huit, une disparition complète des éléments psoriasiques.

Nous insistons sur ce fait que les doses relatives c'est-à-dire celles qui correspondent aux premiers signes nets d'amélioration des lésions, sont très faibles; il n'a pas fallu plus de $0^{g},40$ pour arrêter le processus gangréneux surajouté au chancre du prépuce que nous avons rapporté, et les chancres phagédéniques ont tourné court au quatre-vingtième centigramme. Si nous nous rapportons à ce que plusieurs années de pratique nous ont appris de l'arséno-benzol, et de doses auxquelles on emploie communément ce corps ($0^{g},40$ à $0^{g},75$), il nous apparaît que la préparation arséno-stibio-argentique est plus active, plus puissante, avec des doses de moitié inférieures.

Nous n'avons pu étudier, et pour cause, l'influence du 102 sur l'évolution générale de la syphilis et nous ne saurions donner un avis sur la possibilité de la stérilisation de l'organisme par l'emploi du 102. Ce n'est pas, actuellement, ce problème qui importe; ce qu'il nous faut obtenir avant tout, c'est le blanchiment rapide des lésions; à ce point de vue militaire, il n'est pas douteux que le 102 est actuellement le médicament optimum. Il n'a pas, d'ailleurs, d'inconvénients sérieux. Sur les 150 injections que nous avons pratiquées, nous n'avons observé aucune réaction, si légère soit-elle;

nous n'avons donc pas noté la réaction légère indiquée par MM. Renault, Fournier et Guénot après la première injection et nous pensons que cela tient à ce fait que nous employons des solutions concentrées. Nous avons au contraire été frappés de l'innocuité des injections; souvent les malades avaient mangé auparavant ou se sont mis à manger immédiatement après, sans ressentir le moindre malaise. D'autres sont venus de loin, faisant une heure ou deux de trajet, en chemin de fer ou à cheval, pour recevoir leur piqûre et sont repartis sans encombre. A ce point de vue encore, le 102 se montre plus « commode » que les arséno-benzols.

Il a également l'avantage hospitalier d'être d'une grande stabilité. Une solution commune peut être préparée pour tous les malades au début de la matinée; elle se conserve intacte pendant plusieurs heures.

Quant aux contre-indications de 102, elles doivent être très peu nombreuses. On a vu que nous l'avions injecté chez un aortique, chez un myélitique; ajoutons que, dans deux cas, nous l'avons utilisé chez des malades dont l'urine présentait de notables quantités d'albumine; dans les deux cas, l'albuminurie a disparu après les deux ou trois premières injections. Peut-être pourrait-on se méfier du foie, car notre myélitique a eu, à un moment donné, de l'ictère léger qui nous a conduits par prudence à suspendre les injections; mais ce malade avait de la cystite purulente et un état saburral des voies digestives qui entraient certainement pour une part importante dans la pathogénie de son ictère. De telle sorte que nous estimons que les cas dans lesquels on ne se croira pas en droit d'injecter les premiers $0^{g},05$ ou $0^{g},10$ de 102 sont certainement des exceptions rarissimes et que, pratiquement, ils sont pour ainsi dire négligeables.

Le 102 nous apparaît donc comme un médicament qui apporte à la thérapeutique, et en particulier à la thérapeutique militaire, une arme nouvelle contre le tréponème, arme d'une puissance supérieure à celle des médicaments antérieurement connus, et d'une sécurité aussi grande que possible.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Expériences nouvelles sur la membrane de fécondation chez les œufs d'Amphibiens.* Note [1] de M. E. **Bataillon**, présentée par M. Y. Delage.

J'ai constaté antérieurement (*Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1910) que le suc hépato-pancréatique de Crustacés fournit un véritable *réactif de l'acti-*

---

[1] Séance du 13 mars 1916.

vation et de la fécondation sur les œufs de Batraciens dépouillés de leur gangue par le cyanure. Les œufs non fécondés ou non activés se gonflent, s'aplatissent et se détruisent instantanément dans ce liquide; les activés restent turgides, inaltérés, et poursuivent leur évolution. Nous verrons que la destruction des œufs vierges est conditionnée par l'*état de la membrane*.

a. Une question préalable se pose : *Les œufs vierges au cyanure sont-ils qualifiés pour servir aux expériences?*

Activés électriquement ou par piqûre, ils réagissent comme les œufs à gangue. Inoculés de lymphe, ils donnent des embryons. Mais, *immergés dans le sperme, ils ne sont jamais fécondés*. Voilà une grave objection qu'il faut d'abord faire tomber. J'ai établi, il y a une dizaines d'années, qu'après la déhiscence, les œufs de Batraciens se trouvent, à un moment donné, au même point de *maturation morphologique*, qu'on les prenne dans la cavité générale, dans les oviductes ou dans l'utérus; en somme, que les stades de l'émission polaire ne sauraient être localisés dans l'organisme maternel. Si donc, comme il arrive avec les couples en captivité, on rencontre une femelle dont l'utérus est plein, dont les oviductes sont flétris, *quelques œufs restant en panne dans la cavité générale*, ces retardataires fourniront peut-être un point de comparaison avec les œufs au cyanure. En fait, j'ai constaté :

1° Que ces œufs sont incapables de fécondation spontanée comme les œufs au cyanure (la gangue fournit un point d'appui indispensable au spermatozoïde en mouvement);

2° Que ces matériaux se détruisent dans le suc hépato-pancréatique de Crustacés;

3° Qu'ils résistent à ce suc après activation;

4° Qu'on peut les inoculer de lymphe et obtenir des larves.

Ces œufs mûrs sans gangue se comportant comme les œufs au cyanure, je me crois autorisé à étudier la membrane de fécondation sur ces derniers.

b. La membrane de fécondation ne se consolide pas dans NaCl *à* 0,7 *pour* 100. Les œufs, activés électriquement ou par piqûre dans un tel milieu, réagissent, puisqu'ils se segmentent; mais la turgescence fait défaut; les segments, profondément incisés de sillons verticaux, semblent disposés sur un plan; la destruction est rapide par l'hépato-pancréas.

c. Les œufs vierges dépouillés de leur gangue, et *conservés dans le sel à* 0,7 *pour* 100, peuvent être *activés après des temps variables*. La consolidation de la membrane est alors *retardée*. Au bout de 24 heures elle n'est parfaite que 1 heure et demie après l'activation (*R. fusca*); alors que, sur les œufs frais, elle était acquise en 30 minutes.

Après ce séjour dans l'eau, plus ou moins long suivant l'âge des matériaux activés, *la modification de la membrane paraît irréversible au moins pendant deux jours.*

La consolidation, acquise après 1 heure et demie ou 2 heures, persiste le lendemain et le surlendemain sur les œufs *reportés dans la solution saline*. Si le transfert a lieu avant la consolidation, celle-ci est inhibée par le sel.

Inversement, quand on laisse les œufs au contact du sel après l'activation, la membrane ne s'affermit que si le retour à l'eau pure a lieu dans un court délai. Des œufs *activés après 24 heures*, laissés ensuite dans le sel 15, 30 ou 60 minutes, et reportés à l'eau, sont le lendemain réfractaires à l'hépato-pancréas ; mais si le séjour dans la solution saline atteint 1 heure et demie ou 2 heure, ils sont détruits par le réactif.

d. Dans cette inhibition par le sel, *la pression osmotique n'est point en cause*. En effet, sous les solutions isotoniques de saccharose ou de glucose, la membrane se modifie comme dans l'eau. La consolidation se produit même à des concentrations beaucoup plus fortes.

e. *Pourrait-on faire intervenir la spécificité ou l'antagonisme des ions*, qu'on a invoqués dans d'autres cas? Les ions Ca et Mg ayant été trouvés ailleurs antagonistes des ions K et Na, j'ai utilisé, toujours aux concentrations isotoniques de NaCl à 0,7 pour 100, $CaCl^2$, KCl, SO^4Na^2. *Le résultat fut le même qu'avec* NaCl. Les œufs se segmentent, mais la modification de la membrane ne se produit pas. J'ai pu descendre pour NaCl, jusqu'au voisinage de 0,1 pour 100, obtenant encore la même inhibition.

f. Les faits qui précèdent *suggèrent une hypothèse sur la nature de la membrane de fécondation*.

Les *globulines et vitellines*, insolubles dans l'eau, sont solubles dans les sels neutres à faible concentration, et précipitent de ces solutions salines par dilution ou par dialyse. Si donc les fluides rejetés par l'œuf activé contiennent une globuline ou une vitelline, celle-ci, au contact de l'eau, précipitera, et le dépôt se faisant sur la membrane ou dans son épaisseur changera ses propriétés. Ce qui me porte à penser que la modification s'étend à l'épaisseur de la paroi, c'est que, indépendamment du gonflement de l'œuf vierge et de la distension de sa membrane, le suc hépato-pancréatique attaque et délite cette dernière. La membrane de l'œuf activé montre toujours ses deux limites intactes dans le réactif. La globuline étant soluble dans les sels que j'emploie, ces derniers s'opposent à la consolidation, bien que la réaction épuratrice se fasse, bien que l'œuf expulse son deuxième globule polaire et se segmente.

g. *L'inhibition de la membrane est réalisable en parthénogenèse effective*. Les œufs nus de *R. fusca* inoculés de lymphe et immergés dans le sel à 0,35 pour 100 se segmentent normalement : leurs morulas sont détruites par le suc hépato-pancréatique.

h. Un artifice de technique conduit au même résultat dans la fécondation. L'imprégnation étant faite au sperme salé à 0,15 pour 100, on dissout les gangues dans le cyanure salé à 0,2 pour 100. Les œufs, libérés au bout de 3 heures et demie, sont lavés et maintenus dans la même concentration de chlorure pur. Le lendemain, les morulas sont éprouvées à l'hépatopancréas : 50 pour 100 résistent, les autres sont détruites.

Voici donc diverses catégories de matériaux dont l'étude demandera à être suivie comparativement : œufs activés avec ou sans membrane; œufs inoculés (parthénogénésiques) avec ou sans membrane; œufs fécondés avec ou sans membrane. Mais, chez ces derniers, le problème pourrait se compliquer de faits de polyspermie.

En résumé :

1° *Les œufs au cyanure sont qualifiés pour une analyse de la fécondation, puisque les œufs mûrs de la cavité générale se comportent comme eux.*

2° *La membrane vitelline consolidée par l'activation mérite le nom classique de « membrane de fécondation ». Sa perméabilité est diminuée, au moins pour certains agents destructeurs. La transformation a lieu dans l'eau et les solutions sucrées; elle est inhibée par les sels neutres alcalino-terreux. On ne peut faire intervenir dans cette inhibition ni la pression osmotique, ni la spécificité, ni l'antagonisme des ions.*

3° *L'attention se porte sur les propriétés des globulines (ou des vitellines). Une telle substance, faisant partie de l'excretum de l'œuf, reste dissoute dans les sels neutres étendus; au contact de l'eau, elle donnerait un précipité qui imprégnerait la membrane en modifiant ses propriétés.*

4° *En tout cas, la consolidation de la membrane nous apparaît comme un phénomène accessoire. On peut isoler la réaction éliminatrice qui la conditionne, et qui est l'un des aboutissants essentiels de l'activation.*

M. **Fernand Gaud** adresse une Note intitulée : *Sur un dispositif simplifié pour la préparation extemporanée du formol gazeux.*

La séance est levée à 15 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de janvier 1916 (*suite*).

Mémoires de l'Académie royale des Sciences et des Lettres de Danemark, Copenhague :

7e série, Section des Lettres, t. II, n° 4. *Le dialecte de Sämnân*, par Arthur Christensen;

— *Id.*, t. III, n° 1. *Die astronomischen Tafeln des Muhammed Ibn Mûsâ Al-Khwârizmî*, herausgegeben und kommentiert von H. Suter;

— 7e série, Section des Sciences, t. XI, n° 6. *Experimentelle Undersögelser over korsedderkoppens Gifte* (Epeira diadema, Walck), af L.-E. Walbum;

— *Id.*, t. XII, n° 2. *Recherches sur les fonctions de Bernoulli*, par Niels Nielsen;

— *Id.*, n° 3. *Om ole Römers Opdagelse af Lyzets Töven*, af Kirstine Meyer;

— *Id.*, n° 4. *Studier over Kromirhodanider*, af Niels Bjerrum;

— *Id.*, n° 5. *Om Klorets Indvirkning paa Kinin II*, af A. Christensen;

— *Id.*, n° 6. *Undersögelser over racemiske Omdannelsers Affinitet. Affinitetsstudier X*, af J.-N. Brönsted;

— *Id.*, 8e série, n° 1. *Undersögelser til Fremstilling af Normaler i Metersystemet*, af K. Prytz og J.-N. Nielsen.

Report of the Commissioner of Education for the year ended june 30, 1914. Vol. I et II. Washington, Government printing Office, 1915; 2 vol. in-8°.

Astronomical and astrophysical Society of America. *Publications*. Vol. II, 1915.

The University of Minnesota. Studies in the social Sciences. Minneapolis, 1915.

— N° 2. *Federal Land Grants to the States with special reference to Minnesota*, by Matthias Nordberg Orfield;

— N° 3. *Early economic conditions and the development of Agriculture in Minnesota*, by Edward van Dyke Robinson.

ERRATA.

(Séance du 13 septembre 1915.)

Note de M. *Léon Gizolme*, Influence des algues des filtres à sable submergé sur la composition chimique de l'eau :

Page 313, note ([3]), *au lieu de* t. 158, 1914, p. 1008, *lire* t. 138, 1904, p. 1008.

(Séance du 6 mars 1916.)

Liste des Membres élus aux Commissions des Prix :

Page 344 : Commission XVIII. *Prix Lonchampt*. Le nom de M. Roux a été omis; voici la composition complète de la Commission et l'ordre de ses membres :

MM. Chauveau, Edmond Perrier, Guignard, Roux, Laveran, Dastre, Mangin.

(Séance du 6 mars 1916.)

Note de M. *F. Garrigou*, Sur l'ancienneté et le mode de formation de l'eau à la surface de la Terre :

Page 359, ligne 9 en remontant, *au lieu de* pour une part deux fois plus grande, *lire* pour une part huit fois plus grande.